

437/21

~~On a alloy etching layer enhances the doping efficiency of L22~~

4-11722

Jan. 16, 1992

L22: 2 of 7

## FORMING METHOD OF SEMICONDUCTOR CRYSTALLIZED FILM

INVENTOR: NORITOSHI YAMAGUCHI, et al. (3)

ASSIGNEE: KYOCERA CORP., et al. (20)

PPL NO: 02-114812

DATE FILED: Apr. 28, 1990

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

JPS GRP NO: E1192

JPS VOL NO: Vol. 16, No. 162

JPS PUB DATE: Apr. 20, 1992

INT-CL: H01L 21\*20; H01L 21\*263

## ABSTRACT:

**PURPOSE:** To reduce the taking-in of oxygen atoms into an amorphous or polycrystalline semiconductor film when the semiconductor film is melted and solidified by applying laser beams so that the upper layer section of the semiconductor film is melted but a lower section is not melted,

**CONSTITUTION:** A foundation layer 1, an amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 and a protective film 4 are formed successively on a substrate 1, laser beams R are applied from the upper section of the film 4, and the film 3 is crystallized and a crystallized film 5 is formed. Beams R are applied under the state, in which the lower layer section of the film 3 is not melted, by properly adjusting the thickness of the film 3, the intensity of laser beams and the scanning speed of laser beams at that time. Consequently, the constituent elements of a silicon oxide film (the layer 2) shaped to the lower layer of the film 3 is not mixed into the film 5, and oxygen atoms in the film 5 are reduced only by approximately one figure. Accordingly, since no impurity mixes to the film 5 from the layer 2, the speed of response can be increased when a transistor is formed by the film 5 while a back channel can be prevented effectively when the surface sections of the film 4 and the film 5 are removed partially and the thin-film transistor is formed.

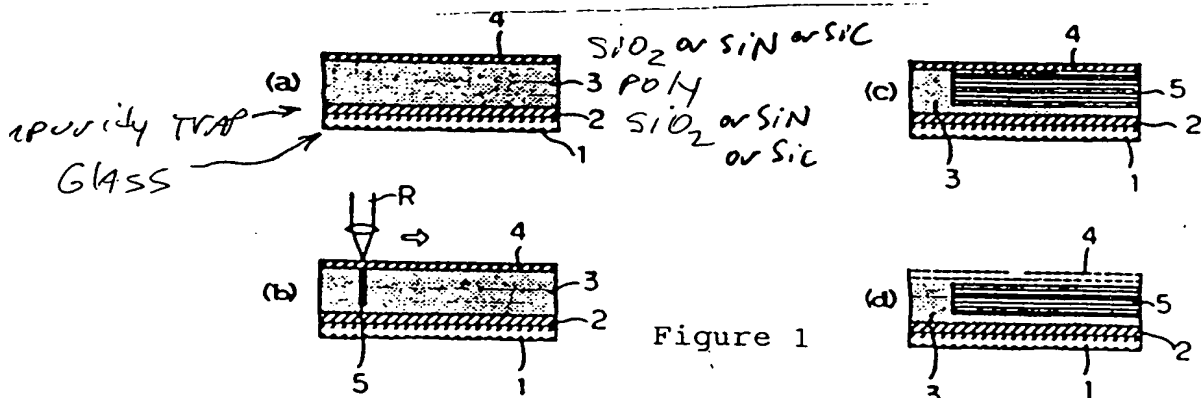


Figure 1

PTO 95-2461

JAPAN, KOKAI  
4-11722

METHOD FOR FORMING SEMICONDUCTOR CRYSTALLIZED FILM  
[Handotai kesshoka no keisei hoho]

Noritoshi Yamaguchi, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE  
Washington, D.C. February 1995

Translated by: FLS, Inc.

- (19) JAPAN
- (12) Official Gazette for Unexamined Patent Applications (A)
- (11) Kokai (Unexamined Patent Application) No. 4-11722
- (43) Kokai Publication Date: January 16, 1992
- (21) Application No. 2-114812
- (22) Application Date: April 28, 1990
- (72) Inventors: Noritoshi Yamaguchi, Masanari Tanaka,  
Yoshiteru Nitta and Kenji Tomita
- (71) Applicant: Kyocera Corp.
- (51) IPC: H 01 L 21/20  
21/263
- (54) METHOD FOR FORMING SEMICONDUCTOR CRYSTALLIZED FILM

Specifications/105\*

## 1. Title

Method for Forming Semiconductor Crystallized Film

## 2. Claim

A method for forming a semiconductor crystallized film with a foundation layer, an amorphous or polycrystalline semiconductor film, and a protective film successively formed on a substrate, and with the exception of the lower layer section of the aforementioned semiconductor film, crystallization is conducted by applying a laser beam at an intensity so that the upper layer section of the semiconductor film is melted but the lower layer section is not melted.

## 3. Detailed Specifications

(Field of Industrial Utilization)

The present invention pertains to a method for forming a semiconductor crystallized film; in particular, a method for forming a semiconductor crystallized film with any impurities contaminating the crystallized film being reduced.

(Problems Which the Invention Intends to Solve)

In the past, there have been laser beam crystallization methods for crystallizing semiconductor films by melting and solidifying them by applying a laser beam onto an amorphous or polycrystalline semiconductor film which has been formed on a substrate, and various trials have been attempted in fabricating a large diameter crystallized film uncontaminated by impurities.

---

\*Number in the margin indicates pagination in the foreign text.

11/1/2004

For example, 1) inserting a foundation layer comprised of a silicon oxide film, or the like, which has been formed by a thermal oxidation process, between the substrate and the amorphous or polycrystalline semiconductor film for preventing contamination from the substrate and buffering the variation in the coefficient of thermal expansion of the substrate and 2) forming a crystallized film on an amorphous or polycrystalline semiconductor film by forming a protective film comprised of a silicon oxide film, or the like, for preventing contamination from the atmosphere and for maintaining the evenness of the crystallized film surface are disclosed in the publication of Tokko No. 61-16758.

Although contamination from the substrate and atmosphere may be prevented when a semiconductor film is located between the foundation layer and the protective film, and then these are crystallized by applying a laser beam, there were problems in that the upper layer section of the foundation layer coming in contact with the semiconductor film and the lower layer section of the protective film coming in contact with the semiconductor film melted together by wet combustion, as a semiconductor film, when the semiconductor film was melted, and there was a large amount of oxygen uptake into the semiconductor film. Thus, when the semiconductor film was crystallized in accordance with the structures and methods, as in the past,  $5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  of oxygen existed in the semiconductor film. /106

When a transistor, or the like, is formed by using a semiconductor film contaminated with such a large amount of oxygen, the oversaturation of oxygen aggregates to a great degree and it turns into clusters, which forms a donor. An ionized donor becomes the scattered center of a carrier; hence, the electron and open hole mobility in the semiconductor film is poorly influenced. Consequently, the thermal donor as described above must be eliminated in order to improve the semiconductor characteristics.

For semiconductor manufacturing processes utilizing a single crystal silicon substrate, there are high temperature treatment processes of 1,000°C or higher including processes for forming an oxide film or processes for diffusing contaminants, so the thermal donor is broken down, but when a thin-film transistor is formed on a glass substrate, there are problems in that the thermal donor remains at the end because a high temperature process is not performed, and a transistor with rapid speed of response may not be obtained. In addition, an 800°C, 10 second RTP (a rapid thermal process by ramp annealing) is also effective, but the glass substrate may not be put in this type of high temperature furnace.

In addition, removing the upper half of the crystallized semiconductor film by etching to diminish the influence of oxygen contamination from the protective layer has been considered in order to reduce the oxygen in the semiconductor film, but the oxygen which contaminates the upper layer section of the

crystallized film from the foundation layer may not be removed.

The present invention has been devised in view of such problems, and the objective is to offer a method for forming a semiconductor crystallized film with the oxygen uptake in the semiconductor film reduced upon melting and solidifying the semiconductor film.

(Means Used to Solve the Problems)

According to the present invention, a method for forming the semiconductor crystallized film is proposed wherein a foundation layer, an amorphous or polycrystalline semiconductor film, and a protective film are successively formed on a substrate, and with the exception of the lower layer section of the semiconductor film, crystallization is conducted by applying a laser beam at an intensity so that the upper layer section of the semiconductor film is melted but the lower layer section is not melted, and thus, the above-mentioned objective is achieved.

(Effects)

Because the lower layer section of the semiconductor film does not melt even when the semiconductor film is melted by applying a laser beam onto it, oxygen, or the like, from the foundation layer does not contaminate the semiconductor film.

(Practical Examples)

The present invention will be explained in detailed on the basis of the appended drawings.

(a) to (d) of Figure 1 are process drawings for explaining the method for forming the semiconductor crystallized film

pertaining to the present invention

First of all, the foundation layer 2 is formed on the substrate 1 comprised of a #7059 substrate (refer to (a) of Figure 1). This foundation layer 2 is constructed of a silicon oxide layer, silicon nitride layer, or silicon carbide layer. When the foundation layer 2 is constructed of the silicon oxide layer, it is formed by using a plasma CVD process, a light CVD process, or a thermal CVD process. When it is formed by using the plasma CVD process, it is formed on an insulation substrate 1 to a thickness of 3,000 to 50,000Å by supplying  $N_2O$  gas and  $SiH_4$  gas into a reactor so that the flow ratio ( $N_2O/SiH_4$ ) is 1 to 200, preferably, 37 with a discharge power supply of about 0.1 W/cm to 2 W/cm<sup>2</sup>, preferably, 0.5 W/cm<sup>2</sup> to cause a plasma reaction while pressurizing the plasma reactor to a reduced pressure of 0.1 to 5 Torr, preferably, 2 Torr and maintaining the insulation substrate at 100 to 500°C, preferably, 400°C.

Next, an amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 /107  
is formed on the aforementioned foundation layer 2. When this  
amorphous or polycrystalline film 3 is formed from silicon, it is  
formed to a thickness of 1 to 3  $\mu m$  by using a well-known  
conventional plasma CVD process. That is, when the silicon film  
is formed by a plasma CVD process, the insulation substrate 1,  
with the silicon oxide film 2 adhered to it is conveyed into the  
plasma reactor, a silicon hydroxide gas, such as monosilane  
( $SiH_4$ ), is introduced into the reactor, and the silicon hydroxide  
gas is decomposed by the plasma while heating the substrate to



150 to 400°C to form the silicon film on the silicon oxide substrate.

A protective film 4 is formed on the aforementioned amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 next. This protective film 4 is constructed of a silicon oxide film, a silicon nitride film, a silicon carbide film, etc. When the protective film 4 is constructed with a silicon oxide film, it is formed by a plasma CVD process, light CVD process or thermal CVD process. When it is formed by a plasma CVD process, it is formed on an insulation substrate 1 to a thickness of 3,000 to 50,000 Å by supplying  $N_2O$  gas and  $SiH_4$  gas into a reactor so that the flow ratio ( $N_2O/SiH_4$ ) is 1 to 200, preferably, 37 with a discharge power supply of about 0.1 to 2 W/cm<sup>2</sup>, preferably, 0.5 W/cm<sup>2</sup> to cause a plasma reaction while pressurizing the plasma reactor to a reduced pressure of 0.1 to 5 Torr, preferably, 2 Torr and maintaining the insulation substrate at 100 to 500°C, preferably, 400°C.

The crystallized film 5 is formed by crystallizing the amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 by applying a laser beam R from over the aforementioned protective film 4 (refer to (b) and (c) of Figure 1). Crystallization occurs by melting and solidifying the amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 by applying a 0.1 to 20 W continuous oscillating argon laser, for this laser beam R, at a scanning speed of 0.5 to 20 cm/sec. The laser beam is applied during this time so that the lower layer section of the amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 does not melt. And, the

thickness of the semiconductor layer, the intensity of the laser beam, and the scanning speed of the laser beam should be properly adjusted so that the lower layer section of the amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 does not melt. When scanning of the laser beam is conducted so that the lower layer section of the amorphous or polycrystalline semiconductor film 3 does not melt, the constituent elements of the silicon oxide film 2, which is formed in the lower layer of the amorphous or polycrystalline semiconductor film 2, do not contaminate the crystallized film 5, and the [depth] of the oxygen atoms in the crystallized film 5 is on the order of  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$ , so the oxygen density is on the order of  $5 \times 10^{19}$  to  $2 \times 10^{29} \text{ cm}^{-3}$  when the semiconductor film 3 is completely melted, and it is reduced by about one layer in accordance with the present invention.

By removing the protective film 4 and a  $0.5 \text{ }\mu\text{m}$  thick surface film section of the crystallized film 5, the crystallized film 5 as stated above is used as a film for forming a staggered type thin-film transistor (refer to (d) of Figure 1). The sections rich in oxygen atoms, which have been contaminated from the protective layer 4, are removed by etching the surface section of the crystallized film 5. In addition, the lower layer section of the semiconductor film 3, which has not been crystallized, does not influence the effects of the transistor, so it may remain amorphous as is.

### (Merits of the Invention)

According to the method for forming the semiconductor crystallized film pertaining to the present invention, because crystallization occurs by melting and solidifying only the surface section of the semiconductor film, impurities from the foundation layer do not contaminate the crystallized film, and when a transistor is formed from this crystallized film, it be formed with a rapid speed of response.

In addition, because the semiconductor film of the amorphous or polycrystalline semiconductor film remains unmelted as is in the lower layer of the semiconductor crystallized film, it is effective in preventing a back channel when the thin-film transistor is formed.

### 4. Brief Description of the Figures

(a) to (d) of Figure 1 are drawings for explaining the method for forming the semiconductor crystallized film pertaining to the present invention, respectively.

- 1: substrate;                      2: foundation layer;  
 3: amorphous or polycrystalline semiconductor film;  
 4: protective film; 5: crystallized film

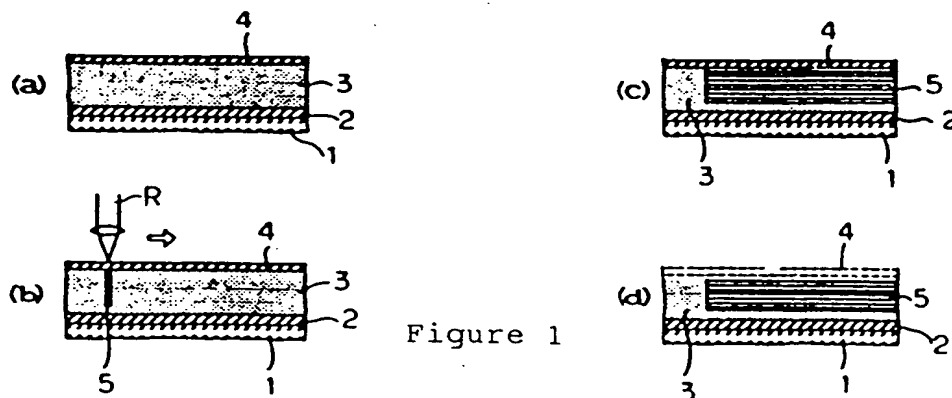


Figure 1

③ 日本国特許庁(JP)

④ 特許出願公開

⑤ 公開特許公報(A) 平4-11722

⑥ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑦ 公開 平成4年(1992)1月16日

H 01 L 21/20  
21/263

7739-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑧ 発明の名称 半導体結晶化膜の形成方法

⑨ 特 願 平2-114812

⑩ 出 願 平2(1990)4月28日

⑪ 発 明 者 山 口 文 紀 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社  
社滋賀八日市工場内

⑫ 発 明 者 田 中 聖 也 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社  
社滋賀八日市工場内

⑬ 発 明 者 新 田 佳 照 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社  
社滋賀八日市工場内

⑭ 発 明 者 富 田 賢 時 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地の6 京セラ株式会社  
社滋賀八日市工場内

⑮ 出 願 人 京セラ株式会社 京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体結晶化膜の形成方法

## 2. 特許請求の範囲

基板上に、下地層、非晶質または多結晶半導体膜、および保護膜を順次形成し、半導体膜の上層部分は溶融するが下層部分は溶融しないような強度のレーザ光を照射して、前記半導体膜の下層部分以外を結晶化する半導体結晶化膜の形成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体結晶化膜の形成方法に関し、特に結晶化膜中に混入する不純物を減少せしめた半導体結晶化膜の形成方法に関する。

(従来の技術およびその問題点)

従来から、基板上に形成した非晶質または多結晶半導体膜にレーザ光を照射して溶融・固化させることにより半導体膜を結晶化するレーザヒーム結晶化法があり、不純物の混入が少なくて粒径の

大きな結晶化膜を作るために種々の試みがなされている。

例えば特公昭61-16758号公報には、基板からの汚染を防いだり、基板との熱膨張率の相違を緩和するために、非晶質または多結晶半導体膜との間に、熱酸化法で形成した酸化シリコン膜などから成る下地層を介在させるとともに、大気中からの汚染を防いだり、結晶化膜表面の平坦度を維持するために、非晶質または多結晶半導体膜上に、酸化シリコン膜などから成る保護層を形成してレーザ光を照射することによって結晶化膜を形成することが開示されている。

下地層と保護膜とで半導体膜を挟んでレーザ光を照射して結晶化すると、基板や大気中からの汚染は防止できるものの、半導体膜が溶融した際に、半導体膜と接している下地層の上層部分と半導体膜と接している保護膜の下層部分とが溶融して半導体膜と混然一体となり、半導体膜中に多数の酸素原子が取り込まれてしまうという問題があった。すなわち、従来のような構成と方法とで半導体膜

## 特開平4-11722 (2)

を結晶化すると、半導体膜中に $5 \times 10^{18}$ 個/cm<sup>3</sup>以上の酸素原子が存在する。

このように多数の酸素原子が混入した半導体膜を使ってトランジスタなどを形成すると、過飽和の酸素原子が数個集合してクラスターとなり、これがドナーを形成してしまう。イオン化したドナーは、キャリアの散乱中心となるため、半導体膜中の電子および正孔の移動度に悪影響を与える。従って、半導体特性を改善するには、上述のようなサーマルドナーを消滅させておかなければならない。

単結晶のシリコン基板を用いた半導体製造プロセスでは、酸化膜の形成工程や不純物の拡散工程など1000℃以上の高温処理工程があるため、サーマルドナーは分解してしまうが、ガラス基板上に薄膜トランジスタを形成する場合、高温プロセスがないため、最後までサーマルドナーが残ってしまい、応答速度の遅いトランジスタを得ることができないという問題があった。また、800℃で10秒程度のRTP（ランアアニールによる

ラビッドサーマルプロセス）も有効であるが、ガラス基板をこのような高温の炉の中に入れることはできない。

また、半導体膜中の酸素原子を減少させるために、結晶化した半導体膜の上半分をエッチング除去して、保護層から混入した酸素原子の影響を少なくすることも考えられるが、下地層から結晶化膜の下層部分に混入した酸素原子は取り除くことはできない。

本発明は、このような問題点に鑑みて発出されたものであり、半導体膜を溶融・固化させる際に半導体膜に酸素原子が取り込まれることを減少させた半導体結晶化膜の形成方法を提供することを目的とするものである。

（問題点を解決するための手段）

本発明によれば、基板上に、下地層、非晶質または多結晶半導体膜、および保護膜を順次形成し、半導体膜の上層部分は溶融するが下層部分は溶融しないような強度をもったレーザ光を照射して、半導体膜の下層部分以外を結晶化する半導体結晶

化膜の形成方法が提供され、そのことにより上記目的が達成される。

（作用）

上記のように構成することにより、半導体膜にレーザ光を照射して溶融させても、半導体膜の下層部分は溶融しないことから、下地層から半導体膜に酸素原子などが混入することはなくなる。

（実施例）

以下、本発明を添付図面に基づき詳細に説明する。

第1図(a)～(d)は、本発明に係る半導体結晶化膜の形成方法を説明するための工程図である。

まず、 $\#7059$  基板などからなる基板1上に、下地層2を形成する（第1図(a)参照）。この下地層2は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、あるいは炭化シリコン膜などで構成される。下地層2を酸化シリコン膜で構成する場合は、プラズマCVD法、光CVD法、或いは熱CVD法で形成される。プラズマCVD法で形成する場合は、例えばプラズマ反応炉を0.1～5 Torr、好適に

は2 Torrに減圧して、絶縁基板を100～500℃、好適には400℃に維持しながら、 $N_2$ のガスと $SiH_4$ のガスを流量比（ $N_2/O/SiH_4$ ）が1～200程度、好適には37になるように反応炉内に供給して約0.1 W/cm<sup>2</sup>～2 W/cm<sup>2</sup>、好適には0.5 W/cm<sup>2</sup>の放電用電源でプラズマ反応を起こさせることにより、絶縁基板1上に3000～50000 Å程度の厚みに形成する。

次に、前記下地層2上に、非晶質または多結晶半導体膜3を形成する。この非晶質または多結晶半導体膜3をシリコンで形成する場合、例えば従来周知のプラズマCVD法などで1～3 μm程度の厚みに形成する。すなわち、シリコン膜を例えばプラズマCVD法で形成する場合、酸化シリコン膜2が被覆された絶縁基板1をプラズマ反応炉に投入して、モノシラン（ $SiH_4$ ）などの水素化シリコンガスを反応炉に投入し、基板1を150～400℃に加熱しながら水素化シリコンガスをプラズマ中で分解することによって酸化シリコ

特開平4-11722 (3)

ン膜上に形成する。

次に、前記非晶質または多結晶半導体膜3上に、保護膜4を形成する。この保護膜4は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、あるいは酸化シリコン膜などで構成される。保護膜4を酸化シリコン膜で構成する場合は、プラズマCVD法、光CVD法、或いは熱CVD法で形成される。プラズマCVD法で形成する場合は、例えばプラズマ反応炉を0.1〜5 torr、好適には2 torrに減圧して、絶縁基板を100〜500℃、好適には400℃に維持しながら、N<sub>2</sub>OガスとSiH<sub>4</sub>ガスを流量比(N<sub>2</sub>O/SiH<sub>4</sub>)が1〜20程度、好適には3/7になるように反応炉内に供給して約0.1 W/cm<sup>2</sup>〜2 W/cm<sup>2</sup>、好適には0.5 W/cm<sup>2</sup>の放電用電源でプラズマ反応を起こさせることにより、絶縁基板1上に3000〜50000 Å程度の厚みに形成する。

次に、前記保護膜4上から、レーザ光Rを照射して非晶質または多結晶半導体膜3を結晶化して結晶化膜5を形成する(第1図(四)参照)。この

レーザ光Rとしては、0.1〜20 Wの連続波長アルゴンレーザを走査速度0.5〜20 cm/secで照射して非晶質または多結晶半導体膜3を溶融・固化させて結晶化する。この際、非晶質または多結晶半導体膜3の下層部分は溶融しないような状態でレーザ光を照射する。非晶質または多結晶半導体膜3の下層部分は溶融しないするには、半導体膜の厚み、レーザ光の強度、およびレーザ光の走査速度を適宜調節すればよい。非晶質または多結晶半導体膜3の下層部分が溶融しないような状態でレーザ光を走査すると、非晶質または多結晶半導体膜3の下層に形成した酸化シリコン膜2の構成元素が結晶化膜5中に混入することはなく、結晶化膜5中の酸素原子は10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup>程度となり、半導体膜3を完全に溶融させた場合の酸素濃度は5×10<sup>18</sup>〜2×10<sup>20</sup> cm<sup>-3</sup>程度であるから、本発明によれば約1桁少なくなる。

上述のようにして形成した結晶化膜5は、例えば保護膜4と結晶化膜5の表面膜部分0.5 μm

程度をエッチング除去して、スタガータイプの薄膜トランジスタを形成する膜として用いられる(第1図(四)参照)。結晶化膜5中の表面部分をエッチング除去することにより、保護膜4から混入した酸素原子がリッチな部分は除去される。また、結晶化しなかった半導体膜3の下層部分はトランジスタの作用には影響しないことから、非晶質のままであっても差支えない。

(発明の効果)

以上のように、本発明に係る半導体結晶化膜の形成方法によれば、半導体膜の表面膜部分だけを溶融・固化させて結晶化することから、結晶化膜に下地層から不純物が混入することなく、もってこの結晶化膜でトランジスタを形成した場合は、応答速度の速いトランジスタを形成することがで

る。また、半導体結晶化膜の下層に、非晶質または多結晶の半導体膜が未溶融のまま残っているため、薄膜トランジスタを形成したときに、バックチャネルの防止に効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

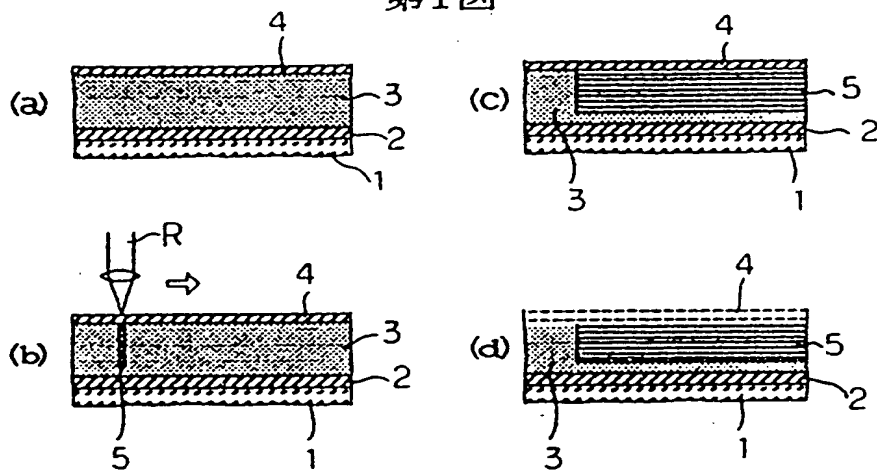
第1図(四)〜(四)は、それぞれ本発明に係る半導体結晶化膜の形成方法を説明するための図である。

- |                  |         |
|------------------|---------|
| 1: 基板            | 2: 下地層  |
| 3: 非晶質または多結晶半導体膜 |         |
| 4: 保護膜           | 5: 結晶化膜 |

特許出願人

(663) 京セラ株式会社

第1図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**